

Fiabilidad en la Calidad del Software: Modelos, Métodos y Estrategias

Walter A. Lucero, Carlos Salgado, Alberto Sánchez, Mario Peralta

Departamento de Informática Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales

Universidad Nacional de San Luis

Ejercito de los Andes 950 – C.P. 5700

San Luis - Argentina

walteradrianlucero@gmail.com - {csalgado, alfanego, mperalta}@unsl.edu.ar

RESUMEN

El software ha cobrado, en la mayoría de nuestros sistemas, un papel muy importante. El interés por la calidad del mismo ha aumentado de manera significativa puesto que uno de los aspectos más importante de la calidad del software es la **fiabilidad**. Un aspecto particular de la calidad del software que ha recibido gran atención, es la modelización de la fiabilidad del software, que tiene por objeto dar una descripción precisa en términos probabilísticos de la fiabilidad de dichos sistemas en base a hipótesis sobre los factores que pueden afectarle y a datos empíricos. En este sentido, los modelos de calidad son referencias que las organizaciones utilizan para mejorar su gestión. Los modelos, a diferencia de las normas, no contienen requisitos que deben cumplir los sistemas de gestión de la calidad sino directrices para la mejora. La aplicación de modelos de calidad y métodos de evaluación busca aportar a las empresas una visión general de su situación actual, como de cada uno de los aspectos principales que hacen a su desarrollo, elementos clave para su desempeño. En este sentido, se ha propuesto un modelo de Gestión de Calidad en empresas SSI y un método de evaluación para la medición de la satisfacción de dicho modelo de calidad en las empresas del medio, y su utilización para evaluar la **fiabilidad** de los productos software de dichas empresas.

Palabras claves: Modelos, Métodos de Evaluación, Fiabilidad. Software de Calidad.

CONTEXTO

El presente trabajo se enmarca en el Proyecto de Investigación: Ingeniería de Software: Conceptos, Prácticas y Herramientas para el

desarrollo de Software con Calidad – Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales, Universidad Nacional de San Luis. Proyecto N° P-031516. Dicho proyecto es la continuación de diferentes proyectos de investigación a través de los cuales se ha logrado un importante vínculo con distintas universidades a nivel nacional e internacional. Además, se encuentra reconocido por el programa de incentivos.

1. INTRODUCCIÓN

En el ámbito de la gestión, diariamente se toman decisiones que pueden afectar a la economía de todo el país, el futuro de la organización/institución, el impacto en el mercado, etc. ¿Cómo se toman estas decisiones? ¿Son decisiones buenas o malas? La meta de una evaluación es informar sobre los efectos de las reglas de negocio y políticas actuales y potenciales. Existen varios métodos de evaluación con diferentes niveles de fiabilidad. La calidad de la evaluación es de suma importancia para poder entregar resultados correctos. Así, los métodos pueden seguir metodologías cuantitativas o cualitativas. En este sentido, algunos ejemplos de métodos que se pueden mencionar son: Matching y PSM (Propensity Score Matching) [1], Regresión Discontinua [2], Diferencias en Diferencias (DIFF-IN-DIFF) [3], Evaluación Aleatoria [4, 5], entre otros.

Desde el punto de vista de la calidad, en [6], se presenta un método para la evaluación de modelos de Procesos de Negocio (PN) sin importar su representación. Dicho método permite evaluar las principales características de calidad que se considera que todo modelo de PN debe satisfacer.

En base a estas propuestas, surge la necesidad de contar con un método de evaluación que permita la instanciación de un modelo de Gestión de Calidad en empresas SSI. Es decir, poder evaluar el grado en que una empresa u organización cumple con un modelo de calidad. El método propuesto tiene sus bases en modelos matemáticos y estadísticos que permiten que los procesos sean sistemáticos y repetibles. Para definirlo, se tuvieron en cuenta diversas herramientas, técnicas, modelos y métodos. Se parte eligiendo un modelo de gestión de calidad, en particular se tomó como punto de partida el modelo definido en [7]. Cabe aclarar que dicho modelo, se plantea como inicio para el método, pero no es de ninguna manera estático, es decir, se define de manera que sea aplicable a otros modelos de calidad. Se puede ajustar a las distintas situaciones, tecnologías o reglas de negocio/mercado a medida que vayan surgiendo.

El objetivo del método es poder validar/verificar si el modelo de la empresa se ajusta, y en qué medida, al modelo de gestión de la calidad. En base a dicho modelo de gestión, y usando el método Delphi [8], se definen las preguntas de la encuesta que va a servir para la recolección de los datos de cómo cada empresa estudiada se acerca o aleja del modelo de la gestión de la calidad. Para la ponderación de las preguntas que conforman la encuesta se utiliza una escala LIKERT [9]. Como paso siguiente, se procede a la toma de la encuesta sobre la población motivo de estudio. Con las respuestas de la encuesta se procede a evaluar la fiabilidad y validez del modelo en las empresas. Para ello, se utiliza el método de Cronbach [10] y el análisis factorial [11], ambos métodos ampliamente probados en distintos ámbitos. Por último, en base a estos resultados se procede a hacer un reporte de sugerencias y recomendaciones. Ese reporte, permite a la empresa acondicionar sus procesos/productos/servicios y luego, como un paso hacia la mejora continua, volver a evaluar la fiabilidad o validez del modelo de gestión.

Para nuestro caso en particular nos vamos a

centrar en la confiabilidad, según la cual, de manera informal, se define que el software es confiable si el usuario puede tenerle confianza. Formalmente [12], la confiabilidad se define en términos del comportamiento estadístico: la probabilidad de que el software opere como es esperado en un intervalo de tiempo especificado. A diferencia de la corrección, la confiabilidad es una cualidad relativa. Cualquier desviación de los requerimientos hace que el sistema sea incorrecto, por otro lado, si la consecuencia de un error en el software no es seria, el software aún puede ser confiable.

En la práctica, como la especificación es un modelo de lo que quiere el usuario que puede ser o no adecuado para sus necesidades y requerimientos reales, lo máximo que puede hacer el software es cumplir los requerimientos especificados del modelo, sin asegurar la adecuación del mismo. Pueden tenerse aplicaciones correctas diseñadas para requerimientos “incorrectos”, por lo que la corrección del software puede no ser suficiente para garantizar al usuario que el software se comporta como se espera.

La confiabilidad es un estado que comprende varios conceptos, como fiabilidad, disponibilidad, mantenimiento y seguridad. Por ello, no se mide directamente, sino por medio de sus atributos. Así, una medida de confiabilidad importante es la tasa de fallos (i.e. el número de fallos por unidad de tiempo) que sirve para evaluar la frecuencia de fallos de un sistema tal y como es percibida por el usuario. En hardware, la fluctuación normal de la tasa de fallos suele ser la conocida curva de la bañera (Fig. 1) [13].

Sin embargo, el comportamiento de la tasa de fallos para el software es diferente, ya que cuando el sistema se encuentra disponible para el usuario se puede considerar que la tasa de fallos permanece constante en el tiempo. Ahora bien, durante el periodo de desarrollo de un sistema de software este comportamiento no es así, ya que la tasa fallos no es constante en el tiempo. De hecho, durante la fase de pruebas la tasa de fallos debería ser decreciente y

aproximadamente constante durante su fase de producción (Fig. 2) [13].

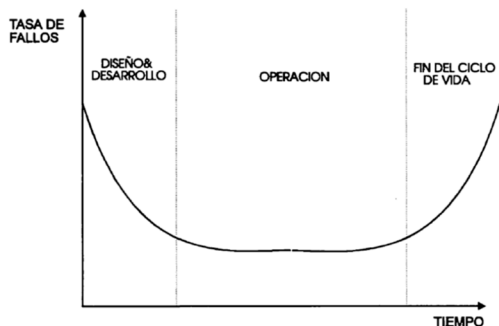


Fig. 1. Tasa de fallo en Hardware.

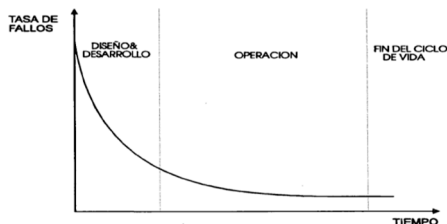


Fig. 2. Posibles tasas de fallo en Software.

Así, las principales razones de estudio de la confiabilidad de sistemas de software son:

1. Determinar el tiempo " t_p " hasta el cual se espera que falle una proporción " p " dada de los sistemas en operación.
2. Encontrar el tiempo " t_p " al cual se espera que sobreviva una proporción " $1-p$ " dada de los productos en operación. Es una estimación de la confiabilidad de los productos.
3. Determinar la propensión a fallar que tienen el producto en un tiempo dado. Para comparar dos o más diseños o procesos, o lo que se publicita por un proveedor.
4. Dado que un artículo ha sobrevivido un tiempo " T_0 ", encontrar la probabilidad de que sobreviva un tiempo " t " adicional. Para planear el reemplazo de los equipos.
5. Los puntos anteriores se pueden hacer de manera comparativa para diferentes materiales, proveedores o modos de falla.

Como se mencionó, la confiabilidad se mide a través de sus atributos, siendo uno de ellos la **fiabilidad**. En particular, la fiabilidad de un software está vinculada a la tasa de fallos del mismo. La necesidad de tener conocimiento de

este tipo de medidas, se enmarca dentro del objetivo de cuantificar la confiabilidad de un sistema software, que hace referencia a la "calidad del servicio prestado" de forma que se pueda confiar en su servicio.

Con lo visto hasta ahora, el concepto más simple de **fiabilidad**, es aquel que comprueba que el producto cumple ciertas especificaciones, y cuando esto ocurre, es enviado al cliente. El cliente por su parte acepta que el producto pueda fallar con el tiempo, y en algunos casos el período de garantía es una forma de prever esta posibilidad a corto plazo. Evidentemente fallos continuados, incluso durante el período de garantía, producen altos costos, tanto al proveedor como al comprador.

Todo esto conduce a la necesidad de considerar un control de calidad basado en el tiempo. El control de calidad habitual, o de inspección, no tiene continuidad temporal: el producto pasa un control o no lo pasa (testing). Pero nada garantiza que vaya a fallar pasado un cierto tiempo. El estudio de fallos de los productos en el dominio del tiempo es el campo de la **fiabilidad**, que así definida, está relacionada con fallos durante la vida del producto. La definición de **fiabilidad** mediante conceptos probabilísticos, indica que cualquier intento de cuantificación pasa por la utilización de técnicas estadísticas que, según el problema, pueden llegar a ser muy sofisticadas.

En resumen, se puede definir que el problema fundamental en **fiabilidad**, es estimar la vida de un sistema software y la probabilidad de que se produzca un fallo en cada momento. Así, La **fiabilidad** de un sistema se estudia para poder determinar si el sistema va a realizar su tarea cuando así se requiere, o fallará.

La evaluación de la fiabilidad de un sistema lógico o software se realiza mediante distribuciones de probabilidad, lo que se explica intuitivamente al considerar cómo fallan elementos de un mismo tipo, que han sido fabricados y que trabajan en las mismas condiciones. El tiempo de funcionamiento correcto es específico para cada uno, es decir,

que todos los elementos no fallan después del mismo tiempo de operación. Si se registran los tiempos hasta el fallo de cada uno de los elementos observados, se obtendrá la distribución de probabilidad de fallo de este tipo de elementos cuando se fabrican y operan en las condiciones definidas. En consecuencia, el tiempo hasta el fallo T es una variable aleatoria.

La falla de un sistema de software sucede cuando deja de operar, funcionar o no realiza satisfactoriamente la función para la que fue creado. El tiempo de falla es el tiempo que transcurre hasta que el producto deja de funcionar.

En función de todo lo explicado, dentro de la confiabilidad, la fiabilidad es uno de los conceptos más importantes a tener en cuenta a la hora de evaluar la calidad de un producto software. Por ello, y considerando las características del método propuesto, se lo aplicará para evaluar en qué medida los modelos de negocio de las empresas SSI, se ajustan a la característica.

2. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

En los últimos años se evidenció un significativo incremento en la cantidad de empresas del sector de Software y Servicios Informáticos (SSI) en la República Argentina, según datos oficiales, actualizados por el Observatorio de Empleo y Dinámica Empresarial del Ministerio de Trabajo, el número de empresas creció un 132% en 10 años consecutivos [14]. Por ello, para lograr la captación de nuevos clientes, las empresas SSI se ven en la necesidad de diferenciarse de la competencia, como así también mantener el crecimiento al ritmo de los avances tecnológicos y los requerimientos del mercado.

Muchas empresas del sector no se encuentran aplicando un modelo de gestión integrado que esté orientado a los clientes, el liderazgo, los procesos, los resultados y la mejora continua lo cual las aleja de la excelencia y, por ende, son poco productivas. Si bien un importante

porcentaje de empresas de software, alrededor del 60% según los últimos resultados publicados [6], poseen algún tipo de certificación, no cuentan con un modelo a seguir para su éxito a largo plazo. Así, se ha propuesto un modelo de Gestión de la Calidad para el sector Software y Servicios Informáticos basado en el enfoque de Gestión por Procesos orientado a los clientes, el liderazgo directivo, el personal, los resultados y la mejora continua. Además, se diseñó un método basado en Técnicas Estadísticas como es el Alfa de Cronbach, que valide el Modelo de Gestión de la Calidad propuesto.

Se propone, continuando en esta línea de investigación, la aplicación del método propuesto en la evaluación de las distintas características de calidad que el modelo de referencia para la gestión de la Calidad en las empresas SSI propone. Esto tendrá como mayor beneficio la mejora continua en los procesos de las empresas, lo cual impactará directamente en la satisfacción de las partes interesadas, mayormente en los clientes.

3. RESULTADOS OBTENIDOS/ESPERADOS

La *fiabilidad del software* es un concepto importante en la calidad del software. Llevar a cabo su estudio debe ser abordado en tres partes, modelado, medición y mejora.

El modelado de la *fiabilidad* del software ha ido madurando durante los últimos años hasta el punto de que se puede obtener información muy útil a la hora de desarrollar una aplicación informática, mediante la aplicación de un modelo determinado a cada problema.

Son muchos los modelos que pueden ser empleados en el análisis de la *fiabilidad* de una aplicación informática, el principal problema radica en que no se puede encontrar un modelo que funcione bien en cualquier situación. Es tarea de los ingenieros adaptar un método o componer uno nuevo a partir de los ya existentes para conseguir una solución que se amolde al problema en particular que se está tratando.

La medición de la *fiabilidad* del software es

motivo de consenso ya que, a diferencia de otras ramas de la ingeniería, no existe una determinación convergente en el tema.

La mejora es el tercer ítem a tener presente, es arduo, ya que todavía existe un vacío importante en la materia-

Por todo ello, se espera, introducir nuevos aportes en estos tres ítems, en particular, en lo que respecta a la mejora continua, ya que, al poder establecer si el modelo de negocio de una empresa se ajusta o no a un modelo de calidad, y poder establecer los puntos más débiles en este sentido, ayudará a dicha empresa a buscar los medios y herramientas para adecuar su modelo de negocio de manera que el mismo satisfaga todos los requisitos de calidad, lo que redundará en una mayor calidad en sus productos y, por ende, en la satisfacción del cliente.

4. FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

Bajo esta línea, en el grupo de investigación, se han desarrollado dos tesis de maestría en Calidad de Software y una tesis en maestría en Ingeniería de Software. Desde el punto de vista de la fiabilidad/confiabilidad, en una de ella se definió un modelo de calidad para las empresas del sector SSI basado en un enfoque de gestión por procesos orientados a los clientes, el liderazgo directivo, el personal, los resultados y la mejora continua. La otra correspondió a la definición de un Método de Evaluación para el Modelo de Gestión de Calidad en Empresas de SSI. También se están llevando a cabo trabajos de grado con relación a la temática por alumnos de la carrera de Ingeniería Informática y Licenciatura en Ciencias de la Computación en la Universidad Nacional de San Luis.

5. BIBLIOGRAFÍA

- [1] P. R. Rosenbaum, D. B. Rubin, "The Central Role of the Propensity Score in Observational Studies for Causal Effects," *Biometrika*, 70, 1, pp. 41-55, 1983.
- [2] G. Imbens, T. Lemieux, "Regression Discontinuity Designs: A Guide to Practice," *Journal of Econometrics*. 2008.
- [3] A. Abadie, "Semiparametric Difference-in-Differences Estimators," *The Review of Economic Studies*, Vol. 72, Issue 1, 2005.
- [4] E. Duflo, et al., "Using Randomization in Development Economics Research: A Toolkit," *Handbook of Development Economics*, pp. 3895-3962, 2007.
- [5] J. Ludwig, J. Kling, S. Mullainathan, "Mechanism Experiments and Policy Evaluations," *Journal of Economic Perspectives*, 2011.
- [6] N. Debnath, et al. "MEBPCM: A Method for Evaluating Business Process Conceptual Models. A Study Case.," presented at the 9th ITNG, Las Vegas, Nevada, USA, 2012.
- [7] M. C. Gette, A. Sánchez, and C. Salgado, *Modelo de Gestión de la Calidad para Empresas SSI de Argentina*. Editorial Académica Española, 2017.
- [8] J. Landeta, *El método Delphi. Una técnica de previsión para la incertidumbre*. . Barcelona: Ariel, 1999.
- [9] G. J. Posadas Fernandez, "Elementos básicos de estadística descriptiva". 2016.
- [10] J. A. González Alonso, M. Pazmiño, "Cálculo e interpretación del Alfa de Cronbach para el caso de validación de la consistencia interna de un cuestionario, con dos posibles escalas tipo Likert," *Publicando*, vol. 2(1), pp. 62-77, 2015.
- [11] P. Morales, "El análisis factorial en la construcción e interpretación de tests, escalas & cuestionarios. ," *Madrid*. <http://web.upcomillas.es/personal/peter/investigacion/AnalisisFactorial.pdf> 2013.
- [12] C. Ghezzi, et al. "Chapter 1 – Software: its nature and qualities.," in *Fundamentals of Software Engineering*: Prentice-Hall, 1991.
- [13] R. Pressman, *Ingeniería del Software*, 6 ed. 2005.
- [14] *Cámara de la Industria Argentina de Software*. Available: <http://www.cessi.org.ar/opssi>